

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 21 797 C 1

51 Int. Cl.⁶:
C 21 D 8/00

21 Aktenzeichen: 198 21 797.8-24
22 Anmeldetag: 15. 5. 98
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 7. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

SKF GmbH, 97421 Schweinfurt, DE

72 Erfinder:

Hengerer, Frank, Dr., 97525 Schwebheim, DE; Lünd,
Thore, Hofors, SE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 40 07 487 C2

Henkel, Johannes u.a.: Thermomechanische
Behand-
ung beim Ringwalzen-Simulation und
Realisierung am
Beispiel eines Wälzlagerstahls. In: Stahl u.
Eisen, 1988, Nr.12, S.595-603/S.597, r. Sp. v.
S.602, r. Sp.;

54 Verfahren zur Herstellung von gehärteten Teilen aus Stahl

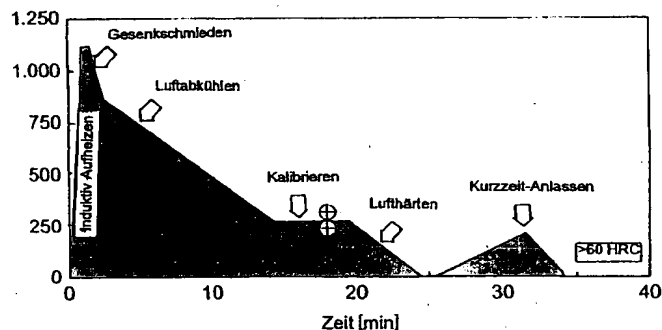
57 Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung von ge-
härteten Teilen aus Stahl, durch

- Verwendung eines lufthärtenden Stahles,
- Erwärmen des Stahles auf über 1100°C,
- Warmumformen der Teile bis nach A1-Temperatur,
- Abkühlen in Luft auf etwa 280°C bei gleichzeitiger thermomechanischer Behandlung durch Kalibrieren,
- Abkühlen in Luft auf Raumtemperatur,
- Entspannungsbehandlung bei ca. 150 bis 250°C und gegebenenfalls Hartbearbeiten.

Zur Verwendung soll ein Stahl mit folgender Zusammen-
setzung kommen:

0,5 bis 0,9% C, 0 bis 1,0% Mn, 0 bis 2,0% Si, 0 bis 2,0% Ni,
0 bis 0,7% Mo, 0 bis 2,0% Cr, 0 bis 0,3% V, Rest Eisen und
übliche Verunreinigungen.

Temperatur [°C]



DE 198 21 797 C 1

DE 198 21 797 C 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von gehärteten Teilen aus Stahl.

Die Wälzermüdung ausgesetzten, hoch belasteten und verschleißfesten Teile von Wälzlager, Getrieben oder dgl. müssen gehärtet sein. Normalerweise wird für diese Teile ein Stahl mit ca. 1 Gew.-% Kohlenstoff, ein sogenannter Wälzlagerstahl (z. B. 100 Cr6) verwendet, der auf eine Temperatur größer 1100°C erhitzt, in Rohren oder Stangen geformt, abgekühlt und dann zwischengeglüht, weichbearbeitet, gehärtet und dann fertiggeschliffen wird.

Bei der Herstellung von Teilen aus Wälzlagerstahl (100 Cr6) muß also zwischen der Umformung und der weiteren Bearbeitung ein aufwendiger Weichglühprozeß zwischengeschaltet werden, um einfache mechanische Bearbeitung und die Härtebarkeit zu gewährleisten.

Es ist auch bekannt, Ringe aus Wälzlagerstahl einer thermomechanischen Behandlung – das sind Verfahren, bei denen die Umformung und die Wärmebehandlung gezielt miteinander kombiniert werden – zu unterziehen. Diese Verfahren ermöglichen z. B. eine Härtung aus der Umformhitze, so daß eine Verbesserung der spezifischen Werkstoffeigenschaften und/oder eine Substitution von Wärmebehandlungen erfolgen kann. Insbesondere kann das sonst übliche Weichglühen entfallen, also Energie eingespart werden (siehe z. B. DE-Z "Stahl und Eisen" 108 (1988) Heft 12, Seite 595–603).

Bei diesen bekannten Verfahren erfolgt nach dem Ringwalzen über A1 ein Abschrecken aus der Umformhitze, worauf sich ein Anlassen (Vergüten) und eine Hartbearbeitung anschließt. Meist muß jedoch ein Ausgleichsofen nach der Umformung eingeschaltet werden, um eine höhere Prozeßsicherheit und Gleichmäßigkeit zu erreichen. Das Abschrecken erfolgt dabei in der Regel im Salz- oder Ölbad. Die dabei entstehenden Verzüge erfordern jedoch in jedem Fall eine aufwendige Hartbearbeitung.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von gehärteten Teilen aus Stahl zu schaffen, das nicht nur einen geringeren Energieeinsatz erfordert und damit kostengünstiger ist, sondern auch Teile mit höherer Maßgenauigkeit erbringt, so daß keine oder nur eine geringe Nachbearbeitung erforderlich wird. Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch ein Verfahren mit folgenden Merkmalen gelöst:

- Verwendung eines lufthärtenden Stahles,
- Erwärmen des Stahles auf über 1100°C,
- Warmumformen der Teile bis zur A1-Temperatur,
- Abkühlen in Luft auf etwa 280°C bei gleichzeitiger thermomechanischer Behandlung durch Kalibrieren,
- Abkühlen in Luft auf Raumtemperatur,
- Entspannungsbehandlung bei 150... 250°C und gegebenenfalls Hartbearbeiten.

Als geeigneter lufthärtender Stahl kann nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ein Stahl mit folgender Zusammensetzung (Gewichts-%) gewählt werden

0,5 bis 0,9% Kohlenstoff (C)

0 bis 1,0% Mangan (Mn)

0 bis 2,0% Silizium (Si)

0 bis 2,0% Nickel (Ni)

0 bis 0,7% Molybdän (Mo)

0 bis 2,0% Chrom (Cr)

0 bis 0,3% Vanadium (V)

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen

Verwendung finden. Vorzugsweise gelangt ein Stahl mit 0,7% C

0,3% Mn

1,5% Si

1,0% Ni

0,17% Mo

1,4% Cr

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen zur Anwendung.

Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß durch die Kalibrierung der Teile mittels der thermomechanischen Behandlung so enge Maßtoleranzen erzielt werden, daß eine Hartbearbeitung der Teile nicht mehr oder nur in geringem Umfang erforderlich wird. Gleichzeitig kann das Weichglühen und die Weichbearbeitung entfallen, so daß nicht nur Energiekosten, sondern auch Bearbeitungsstufen verringert werden. Die Abkühlung nach dem Warmumformen kann an bewegter Luft erfolgen, so daß auch Salz- oder Ölbad entfallen können. Das ermöglicht nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ein Kalibrieren bei Temperaturen knapp über der Martensitstarttemperatur, weil nun für die Umformung genügend Zeit zur Verfügung steht.

Die thermomechanische Behandlung erfolgt bei beliebiger Temperatur zwischen der Schmiedetemperatur und der Martensittemperatur, ca. 280°C, durch Kalibrieren, so daß die Teile auf Fertigmaß oder nahezu auf Fertigmaß kalibriert werden können. Die anschließende weitere Abkühlung an Luft erzeugt dann wieder das gewünschte Martensitgefüge, so daß nur noch eine Entspannungsbehandlung bei ca. 200°C erforderlich ist.

Als Entspannungsbehandlung kann das in unserer DE-Patentschrift 40 07 487 beschriebene Kurzzeitanlassen zur Anwendung gelangen.

Sollte eine Hartbearbeitung erforderlich werden, so kann sie durch Schleifen oder Hartdrehen erfolgen, wobei die Zugaben auf den Werkstücken dank der engen Toleranzen der thermomechanischen Kalibrierung wesentlich geringer als bei der herkömmlichen Fertigung sein können.

Bei den so gefertigten Teilen kann es sich um Wälzlager, insbesondere Lagerringe, um Getriebeteile (Zahnrad) oder andere Schmiedeteile handeln.

Ein Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der beiliegenden Zeichnung beschrieben:

Ein Stahl mit 0,7% C, 0,3% Mn, 1,5% Si, 1,0% Ni, 0,17% Mo, 1,4% Cr wird induktiv auf etwa 1120°C erhitzt und kurz auf dieser Temperatur gehalten. Dann erfolgt eine Schmiedebearbeitung, wobei in einer Hämmer-Pressen die Rohlinge vorgeformt werden. Es schließt sich eine weitere Abkühlung in Luft innerhalb von weniger als 12 Minuten auf eine Temperatur von 250°C bis 300°C an. Bei etwa 280°C erfolgt im nächsten Schritt eine Kalibrierung der Rohlinge, die danach weiter bis auf Raumtemperatur abgekühlt werden. Eine Kurzzeit-Anlaßbehandlung schließt sich an, wobei die Teile eine Härte von >60 HRC erreichen. Je nach der erforderlichen Genauigkeit der Teile kann noch eine Hartbearbeitung erfolgen.

Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren entfallen die Verfahrensschritte Weichglühen, Weichbehandlung und Abschrecken in eigens dafür erforderlichen Anlagen, ganz abgesehen von den logistischen Vorteilen und kürzeren Durchlaufzeiten. Der wesentlich geringere Energiebedarf und der Wegfall von Bearbeitungsgängen führen trotz der vielleicht höheren Preise für die höher legierten Stähle noch immer zu wesentlichen Kosteneinsparungen.

1. Verfahren zur Herstellung von gehärteten Teilen aus Stahl, gekennzeichnet durch

- Verwendung eines lufthärtenden Stahles,
 - Erwärmen des Stahles auf über 1100°C,
 - Warmumformen der Teile bis zur A1-Temperatur,
 - Abkühlen in Luft auf etwa 280°C bei gleichzeitiger thermomechanischer Behandlung durch Kalibrieren, 5
 - Abkühlen in Luft auf Raumtemperatur und
 - Entspannungsbehandlung bei ca. 150 bis 250°C. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Entspannungsbehandlung bei ca. 150 bis 250°C eine Hartbearbeitung anschließt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Stahls mit folgender Zusammensetzung: 15
- 0,5 bis 0,9% Kohlenstoff (C)
 - 0 bis 1,0% Mangan (Mn)
 - 0 bis 2,0% Silizium (Si)
 - 0 bis 2,0% Nickel (Ni) 20
 - 0 bis 0,7% Molybdän (Mo)
 - 0 bis 2,0% Chrom (Cr)
 - 0 bis 0,3% Vanadium (V)
- Rest Eisen und übliche Verunreinigungen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Stahls mit folgender Zusammensetzung: 25
- 0,7% Kohlenstoff (C)
 - 0,3% Mangan (Mn)
 - 1,5% Silizium (Si) 30
 - 1,0% Nickel (Ni)
 - 0,17% Molybdän (Mo)
 - 1,4% Chrom (Cr)
- Rest Eisen und übliche Verunreinigungen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Warmumformung durch Pressen erfolgt. 35
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die thermomechanische Behandlung kurz oberhalb der Martensittemperatur (ca. 280°C) erfolgt. 40
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Entspannungsbehandlung durch Kurzzeitanlassen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Entspannungsbehandlung eine Hartbearbeitung erfolgt. 45

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

